

УДК 629.463; 629.4.027.35

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФРИКЦІЙНИХ КЛИНІВ ГАСИТЕЛІВ КОЛИВАНЬ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**Потапенко О.О., Могила В.І.****SYSTEMATIZATION AND CLASSIFICATION OF DESIGN FEATURES OF FRICTIONAL WEDGES OF THE DAMPERS OF FLUCTUATIONS OF FREIGHT WAGONS CARTS****Potapenko O., Mogila V.**

У статті розглянуті конструктивні особливості рухомих сполучень візків вантажних вагонів вітчизняних та закордонних виробників. Представлено класифікацію конструкційних особливостей фрикційних клинів, яка розроблена на основі аналізу літературних джерел, вивчення патентної документації та систематизації основних конструкційних удосконалень рухомих сполучень візків вантажних вагонів України, країн СНД та Північної Америки. Приведено практичне використання класифікації при створенні сучасної конструкції фрикційного клину.

Ключові слова: вантажний вагон, візок, фрикційний гаситель коливань, демпфірування, фрикційний клин, класифікація, конструкція.

Вступ. Розвиток та створення залізничного транспорту, відповідаючого вимогам сьогодення, спирається на відкриття та винаходи видатних науковців та інженерів з використанням результатів фундаментальних науково-технічних досліджень.

Великий внесок у вирішення проблем зниження інтенсивності зношування робочих поверхонь рухомих сполучень, шуму та вібрації, навантаження ходових частин, підвищення стійкості та плавності руху рейкових екіпажів зроблено науковими колективами ЦНДІЗТ (ЦНДІМШС), ВНІТІ, ВНДПКІ (ВелНДІ), МДУШЗ (МІПТ), ПДУШЗ, РДУШС (раніше РІЗТ), ДНУЗТ (ДІПТ ім. акад. В. Лазарян), СНУ ім. В. Даля, БДТУ (раніше БІТМ), ХПІ, ДНДЦ УЗ.

В удосконалення ходових частин вантажних вагонів вагомий внесок зробили закордонні спеціалісти таких компаній як Amsted Rail Company, Standart Car Truck Co (WABTEC), A. Stucki, ABC-NACO, ASF-Keyston Inc., Starfire Engineering & Technologies Inc., American Steel Foundries (ASF), Buckeye Steel Castings Company, National.

Основну увагу при створенні візків було зосереджено на удосконаленні окремих елементів та вирішенні проблеми зносу деталей. Але питання вибору раціональних конструктивних схем та параметрів

ресорного підвішування візків для швидкісних вантажних перевезень досі не вирішено та залишається актуальним.

Мета статті. Представлення класифікації конструкційних особливостей фрикційних клинів, розробленої на основі аналізу літературних джерел, вивчення патентної документації та систематизації основних конструкційних удосконалень рухомих сполучень візків вантажних вагонів України, країн СНД та Північної Америки. Практичне використання класифікації при створенні сучасної конструкції фрикційного клину.

Результати досліджень. Майже одночасно з вітчизняними розробками О.Г. Ханіна в США були сконструйовані візки типу Barber та візок типу Motion Control, які серійно випускаються по наш час. Більше 75% вагонного парку США та більше 90% парку Канади і Мексики оснащено візками сімейства Barber. Головною відмінністю американських візків є наявність широкого типорозмірного ряду пружин підвішування для вісьових навантажень від 7 до 34 т/вісь. Сучасні бічні рами, застосовувані в американських візках, мають збільшену висоту перетину в зоні буксового проміжку та збільшену площу робочої поверхні сталевих фрикційних клинів.

До візків з центральним одноступінчатим ресорним підвішуванням відносяться візки: Motion Control M-976 Truck System (США), QCZ56 (Китай), ICF та MD45/52 (Німеччина), 18-100, 18-131, 18-578, 18-597 (Росія) і 18-7020, 18-755, 18-781, 18-1711 (Україна) та інші.

Візок 18-100 (наймасовішої моделі) до 2004 року був фактично єдиним серійно випускаємим Крюковським ВБЗ, Стаханівським ВБЗ, БМЗ, УВЗ, Абаканвагонмаш, Титан-експрес та використовуваним у складі чотирьох- та восьмивісних вантажних вагонів. З моменту введення в експлуатацію конструкція візка зазнала ряд змін та модернізацій, які не втра-

тили своєї актуальності і на сьогоднішній день. В області підвищення міжремонтних пробігів візків вантажних вагонів слід зазначити модернізацію візка моделі 18-100 за проектом М1698 (Росія) та за проектами С03.04, С14.01 (Україна).

Варто зауважити, що на відміну від візку моделі 18-100, взаємодія надресорної балки та бічних рам якої відбувається через клини, у конструкціях візків типу Barber, Ride Master, Motion Control надресорна балка має опорні стінки, які допускають її поздовжнє переміщення відносно бічної рами не більше, ніж на 8 мм. Це попереджує істотне підвищення діючих на клин навантажень при ударах вагонів з гірок та забіганні бічних рам у кривих.

Формування динамічної навантаженості конструкції вантажного вагона, а також елементів верхньої будови колії, значною мірою залежить від характеристик системи демпфірування і гасіння коливань. Гасителі коливань створюють дисипативні сили, необхідні для розсіювання енергії власних коливань та обмеження амплітуд коливань вагону і його частин. У фрикційних клинових гасителях коливань використовують, виготовлені і впроваджені у виробництво в Україні та за кордоном, наступні фрикційні клини:

– фрикційні клини із чавуну, згідно проекту модернізації М1698, С14.01 та високоміцного чавуну з поліуретановими накладками на його похилій робочій поверхні (фрикційний клин RFE-43), згідно проекту модернізації С03.04 (рис. 1) [1, 2];



Рис. 1. Загальний вигляд модернізованих фрикційних клинів

– клини збільшеної ширини та площі похилої поверхні у порівнянні з вертикальною, використання конструктивних рішень та технологій на основі американського візку Motion Control (рис. 2). Клини

просторової дії з рознесеними похилими поверхнями збільшеної площі, який має складний кут контакту $37,5^\circ$ з криволінійною поверхнею, застосовується у центральному ресорному підвішуванні візків 18-9817, 18-9836;

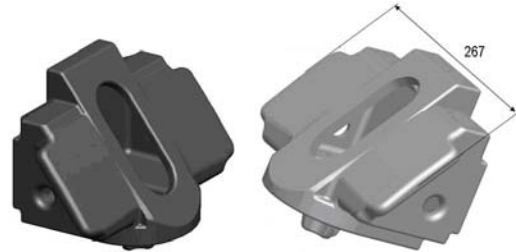


Рис. 2. Фрикційний клин просторової дії Ride Master

– клини збільшеної ширини, застосовані у візках моделі 18-194-1, 18-9800;

– клини збільшеної висоти вертикальної поверхні (рис. 3), використано у візку 18-100М та нині серійному 18-100;



Рис. 3. Фрикційний клин плоскої дії зі збільшеною висотою вертикальної поверхні країн СНД

– клини зменшеної висоти вертикальної поверхні, реалізовані у закордонних конструкціях вантажних візків фірми Barber (рис. 4);

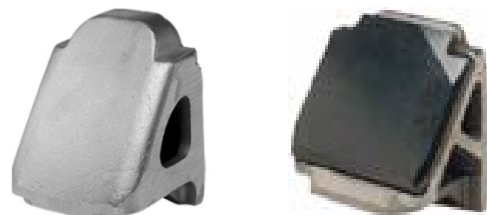


Рис. 4. Фрикційний клин плоскої дії зі зменшеною висотою вертикальної поверхні фірми Barber

– використання пружинних комплектів з білінійною силовою характеристикою. Застосовано у візках моделі 18-7020, 18-7011, 18-194-1, 18-9800, 18-4129;

– клини зі збільшеним кутом нахилу поверхні до горизонталі до $50^\circ \dots 55^\circ$;

– просторовий клин з виконанням похилої поверхні у вигляді двох рознесених площин під кутом $150^\circ \dots 156^\circ$ одна до одної, яке застосовано у візку 18-9810 (рис. 5);

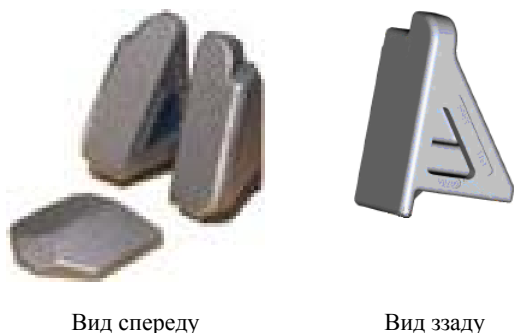


Рис. 5. Просторовий клин у вигляді двох розділених площин фірми Barber

– установка неметалевих накладок на похилих поверхнях як плоских, так і просторових клинів, взаємодіючих з гніздами надресорної балки у випадках виробництва клинів зі зносостійких матеріалів (рис. 6)



Рис. 6. Клин плоскої дії з неметалевими накладками на похилій поверхні фірми Barber

– у візках моделі 18-1711, створених ВАТ «Маріупольський завод важкого машинобудування» (нині «МЗВМ» входить до ПАТ «Азовмаш») спільно з Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Інститутом технічної механіки НАНУ та ДКАУ і ФДУП «Науково-впроваджувальний центр «Вагони» (м. Санкт-Петербург), використано фрикційний клин, який має нахилені під кутом α (55°) та звернені одна до одної під кутом β (150°) похилі поверхні, які взаємодіють з призматичними вставками у гніздах надресорної балки (рис. 7) [3];



Рис. 7. Клин просторової конфігурації візка 18-1711

– Фрикційний клин візка ZK1-E має аналогічну клину О.Г. Ханіна форму. Проте, клин візка ZK1-E значно загострений у порівнянні з вітчизняним аналогом (рис. 8), також на китайський клин нанесено знак межі зносу фрикційної поверхні [4].

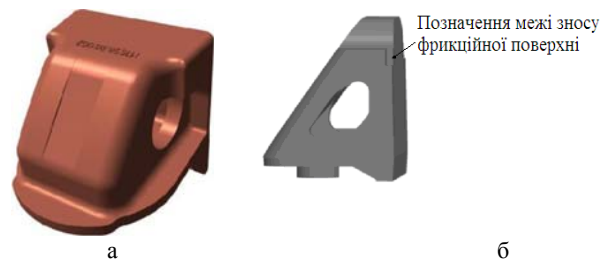


Рис. 8. Фрикційний клин візка моделі 18-100 (а) та візка ZK1-E (б)

Враховуючи конструктивне різноманіття фрикційних клинів, для виявлення найбільш недосконалих місць конструкції та створення, відповідаючої сучасним технічним вимогам конфігурації фрикційного клину, розроблено та запропоновано класифікацію конструкційних особливостей фрикційних клинів, виготовлених і впроваджених у виробництво в Україні та за кордоном (рис. 9).

У результаті проведеного патентного огляду, запропонованих удосконалень гасителів коливань за останні 15 років, а саме, фрикційних клинів, основні пропозиції технічних рішень стосуються:

- удосконалення кріплення та форми зносостійких накладок;
- введення додаткових фрикційних матеріалів, зносостійких накладок, кріплень на робочих поверхнях клину;
- застосування індикаторів зносу;
- зміни куту нахилу робочих поверхонь фрикційного клину;
- інших конструктивних пропозицій.

Аналіз робочих особливостей застосовуваних клинів плоскої конфігурації похилої поверхні у візках вантажних вагонів показав, що застосування фрикційних клинів з плоскою похилою поверхнею не дозволяє збільшити опір забіганню бічних рам для забезпечення конструкційної швидкості понад 90 км/год [5 – 7].

У більшості вітчизняних візків величина кута нахилу похилої робочої поверхні клину становить 45° , а в моделях деяких сучасних закордонних візків 63° . При раніше проведеному у роботах [8 – 10] розрахунковому аналізі впливу величини кута нахилу похилої поверхні фрикційного клину від 30° до 70° , виявлено, що для візка 18-100 кут нахилу 45° є раціональним. Його суттєва зміна призведе до погіршення динамічних показників вагону, а саме: модифікація кута нахилу похилої поверхні фрикційного клину від 30° до 52° призводить до значного збільшення вертикальної складової сили тертя; збільшення величини кута нахилу похилої поверхні фрикційного клину веде до збільшення частки часу протягом якої гаситель заклинено; при зміні кута клину від 45° до 55° зростає опір забіганню бічних рам візку у 1,8 рази та у 2,25 рази при зростанні ширини вертикальної поверхні від 120 до 280 мм.

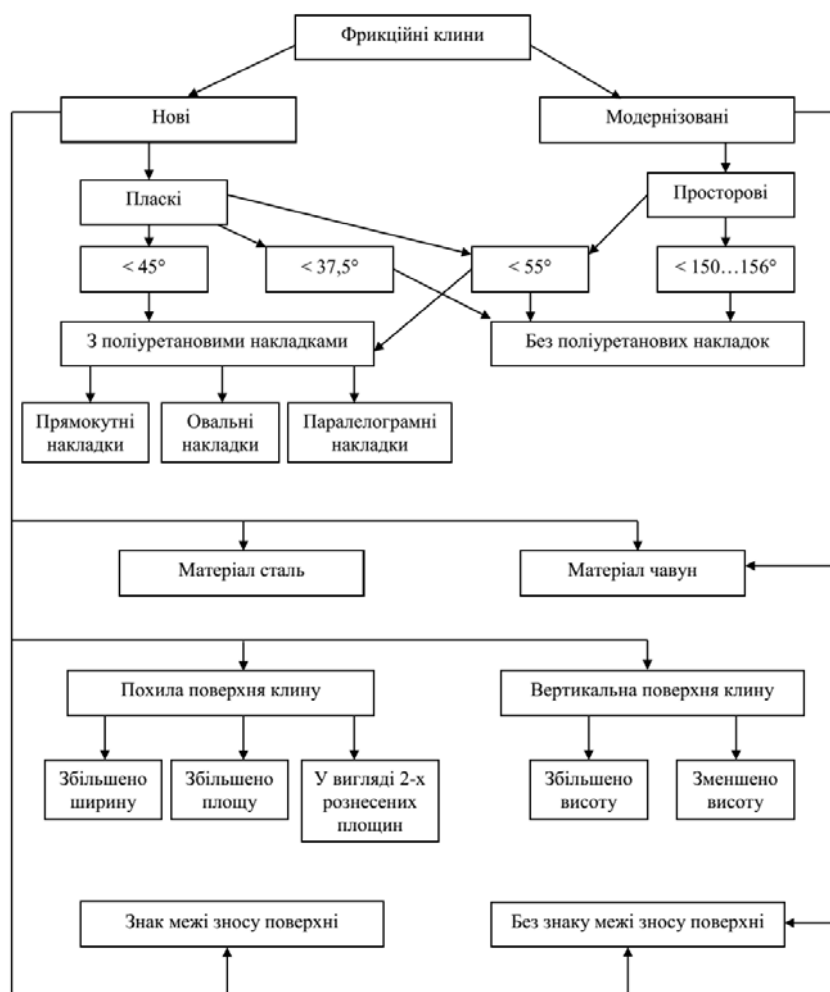


Рис. 9. Класифікація конструкційних особливостей фрикційних клинів

Використання поліуретанових накладок між надресорною балкою та похилою поверхнею фрикційного клину усуває процес тертя металу по металу в контактній парі, але навіть перерозподіл зусиль через полімерні накладки, не виключає перекося вертикальних стінок корпусів відносно зносостійких планок на бічних рамах візків.

У роботі гасителів коливань істотну роль відіграє положення клинів щодо надресорної балки. Ефективність роботи фрикційного клину залежить від його стану, геометричних розмірів та кутів між його основою і робочими поверхнями (вертикальною та похилою). Виходячи з необхідності внесення відповідних конструктивних змін фрикційного клинового гасителя коливань та вибору параметрів ресорного підвішування при створенні надійної та довговічної конструкції клинового фрикційного демпфера, відповідаючого сучасним вимогам вагонів нового покоління, основну увагу було зосереджено на покращенні динамічних якостей та стабільних робочих характеристиках клинової системи демпфірування.

Висновки. Класифікація конструкційних особливостей фрикційних клинів, розроблена на основі

аналізу літературних джерел і вивчення патентної документації, дозволила визначити можливі напрямки модернізації основного вузла ходової частини вантажних вагонів, розробити та отримати державні патенти України на корисну модель № 110509, № 110511, № 110512, № 110513.

За результатами досліджень запропоновано сучасну конструкцію фрикційного клину, підтверджену державним патентом України на корисну модель № 110512, який при випробуваннях на конструкційну міцність та руйнуюче навантаження підтвердив високий конструкційний запас міцності та напруг, що робить його перспективним для виробництва та використання у візках сучасних вантажних вагонів.

Література

1. С03.04. Інструкція з комплексної модернізації візків вантажних вагонів з використанням елементів компанії «А. STUCKI» та коліс з нелінійним профілем ІТМ-73 / М-во. тр-ту України, Держ. адмін. залізн. транс. України «УЗ», Головне управління вагон. гос-ва, Київське проектно-конструкторське-технологічне бюро по вагонам. – К., 2004. – 30 с.

2. С14.01. Модернізація візка моделі 18-100. Інструктивні вказівки / М-во. тр-ту України; Держ. адмін. залізн. трансп. України «УЗ»; Головне управління вагон. гос-ва. – К., 2006. – 35 с.
3. Патент РФ на полезную модель № 111085. МПК: кл. В61F5/00. Двухосная тележка грузового вагона / Борошенко Ю.П., Орлова А.М., Рудакова Е.А., Турутин И.В., Маненков А.В., Мишин В.М., Набиуллин М.И.; ФГОУВПО «ПГУПС», ОАО «Рухиммаш»; опубл. 10.12.2011.
4. Инструкция по ремонту тележки ZK1-E с нагрузкой от колесной пары на рельсы 25 т открытых вагонов для Казахстана. QCZ156BMM / Цицикарская железнодорожная вагонная компания с ограниченной ответственностью QRRS, 2011. – 60 с.
5. Патент України на корисну модель № 110511. МПК (2006.01): кл. В61F 5/12. Фрикційний клиновий гаситель коливань / Могила В.І., Потапенко О.О., Варган Г.О.; заявник і патентовласник СНУ ім. В. Даля. – № у 2016 04161; заяв. 15.04.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. №19.
6. Патент України на корисну модель № 110512. МПК (2006.01): кл. В61F 5/12. Фрикційний клиновий гаситель коливань / Могила В.І., Потапенко О.О., Варган Г.О.; заявник і патентовласник СНУ ім. В. Даля. – № у 2016 04162; заяв. 15.04.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. №19.
7. Патент України на корисну модель № 110513. МПК (2006.01): кл. В61F 5/12. Фрикційний клиновий гаситель коливань / Могила В.І., Потапенко О.О., Варган Г.О.; заявник і патентовласник СНУ ім. В. Даля. – № у 2016 04163; заяв. 15.04.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. №19.
8. Орлова А.М. Влияние конструктивных схем и параметров тележек на устойчивость, ходовые качества и нагруженность грузовых вагонов: Автореф. дис. д-ра. техн. наук: 05.22.07 / А.М. Орлова. – Санкт-Петербург. – ФГБОУ ВО ПГУПС, 2008. – 32 с.
9. Лапенюк М.В. Выбор параметров грузовых тележек для повышенных осевых нагрузок. Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.07 / М.В. Лапенюк. – М. – МГУПС (МИИТ), 1990. – 21 с.
10. Пасічник С.С. Поліпшення динамічних та ресурсних показників вантажних вагонів з комплексно модернізованими візками: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.07 / С.С. Пасічник. – Д. – ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2012. – 23 с.
4. Instrukcija po remontu telezhki ZK1-E s nagruzkoj ot kolesnoj pary na rel'sy 25 t otkrytyh vagonov dlja Kazahstana. QCZ156BMM / Cicikarskaja zheleznodorozhnaja vagonnaja kompanija s ogranichennoj otvetstvennost'ju QRRS, 2011. – 60 s.
5. Patent Ukraїni na korisnu model' № 110511. MPK (2006.01): kl. V61F 5/12. Frikcijnij klinovij gasitel' kolivan' / Mogila V.I., Potapenko O.O., Vargan G.O.; zajavnik i patentovlasnik SNU im. V. Dalja. – № u 2016 04161; zajav. 15.04.2016; opubl. 10.10.2016, Bjul. №19.
6. Patent Ukraїni na korisnu model' № 110512. MPK (2006.01): kl. V61F 5/12. Frikcijnij klinovij gasitel' kolivan' / Mogila V.I., Potapenko O.O., Vargan G.O.; zajavnik i patentovlasnik SNU im. V. Dalja. – № u 2016 04162; zajav. 15.04.2016; opubl. 10.10.2016, Bjul. №19.
7. Patent Ukraїni na korisnu model' № 110513. MPK (2006.01): kl. V61F 5/12. Frikcijnij klinovij gasitel' kolivan' / Mogila V.I., Potapenko O.O., Vargan G.O.; zajavnik i patentovlasnik SNU im. V. Dalja. – № u 2016 04163; zajav. 15.04.2016; opubl. 10.10.2016, Bjul. №19.
8. Orlova A.M. Vlijanie konstruktivnyh shem i parametrov telezhok na ustojchivost', hodovye kachestva i nagruzenost' gruzovyh vagonov: Avtoref. dis. d-ra. tehn. nauk: 05.22.07 / A.M. Orlova. – Sankt-Peterburg. – FGBOU VO PGUPS, 2008. – 32 s.
9. Lapenjuk M.V. Vybor parametrov gruzovyh telezhok dlja povyshennyh osevyh nagruzok. Avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.22.07 / M.V. Lapenjuk. – M. – MGUPS (MIIT), 1990. – 21 s.
10. Pasichnik S.S. Polipshennja dinamichnih ta resursnih pokaznikov vantazhnyh vagoniv z kompleksno modernizovanimi vizkami: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.22.07 / S.S. Pasichnik. – D. – DNUZT im. V. Lazarjana, 2012. – 23 s.

Потапенко О.А., Могила В.І. Систематизация и классификация конструкционных особенностей фрикционных клиньев гасителей колебаний тележек грузовых вагонов.

В статье рассмотрены конструктивные особенности подвижных соединений тележек грузовых вагонов отечественных и зарубежных производителей. Представлено классификацию конструкционных особенностей фрикционных клиньев, которая разработана на основе анализа литературных источников, изучения патентной документации и систематизации основных конструкционных усовершенствований подвижных соединений тележек грузовых вагонов Украины, стран СНГ и Северной Америки. Приведено практическое использование классификации при создании современной конструкции фрикционного клина.

Ключевые слова: грузовой вагон, тележка, фрикционный гаситель колебаний, демпфирование, фрикционный клин, классификация, конструкция.

Potapenko O., Mogila V. Systematization and classification of design features of frictional wedges of the dampers of fluctuations of freight wagons carts.

In article design features of movable joints of freight wagons carts of domestic and foreign manufacturers, influence of characteristics of the system of damping and extinguishing of fluctuations on the dynamic loading of the freight wagon design and elements of the upper structure of a way are considered. The main designs of frictional wedges used in frictional dampers of fluctuations of the modern carts of freight wagons are shown. Presented the classification of construc-

References

1. S03.04. Instrukcija z kompleksnoi modernizacii vizkiv vantazhnyh vagoniv z vikoristannjam elementiv kompanii «A. STUSKI» ta kolis z nelinijnim profilem ITM-73 / M-vo. tr-tu Ukraїni, Derzh. admin. zalizn. trans. Ukraїni «UZ», Golovne upravlinnja vagon. gos-va, Kiїvs'ke proektно-konstruktors'ko-tehnologichne bjuro po vagonam. – K., 2004. – 30 s.
2. S14.01. Modernizacija vizka modeli 18-100. Instruktivni vказivki / M-vo. tr-tu Ukraїni; Derzh. admin. zalizn. transp. Ukraїni «UZ»; Golovne upravlinnja vagon. gos-va. – K., 2006. – 35 s.
3. Patent RF na poleznuju model' № 111085. MPK: kl. B61F5/00. Dvuhosnaja telezhka gruzovogo vagona / Boronenko Ju.P., Orlova A.M., Rudakova E.A., Turutin I.V., Manenkov A.V., Mishin V.M., Nabiullin M.I.; FGOUVPO «PGUPS», ОАО «Ruzhim mash»; opublik. 10.12.2011.

tional features of frictional wedges which is developed on the basis of the analysis of literary sources, studying of patent documentation and systematization of the main constructional improvements of movable joints of freight wagons carts of Ukraine, the CIS countries and North America. Analysed shortcomings of constructional solutions of the considered frictional wedges and their influence on characteristics of the system of damping and extinguishing of fluctuations of freight wagons carts. The practical use of classification at creation of a modern design of the frictional wedge which is confirmed by the state patent of Ukraine on useful model is given.

Keywords: *freight wagon, cart, frictional damper of fluctuations, damping, frictional wedge, classification, design.*

Потапенко О.О. – старший викладач кафедри «Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин» СНУ ім. В. Даля,
e-mail: vesna201009@rambler.ru, olga_potapenko@mail.ua

Могила В.І. – к.т.н., професор кафедри «Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин» СНУ ім. В. Даля.

Рецензент: д.т.н., проф. **Горбунов М.І.**

Стаття подана 22.02.2017